

Spesifikasi agregat beton

(ASTM C33/C33M – 13, IDT)



© ASTM – All rights reserved

© BSN 2016 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

"This Standard is identical to ASTM C33 / C33M-13, Standard Specification for Concrete Aggregates , Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken PA 19428 USA.

Reprinted by permission of ASTM International."

ASTM International has authorized the distribution of this translation of SNI 8321:2016, but recognizes that the translation has gone through a limited review process. ASTM neither represents nor warrants that the translation is technically or linguistically accurate. Only the English edition as published and copyrighted by ASTM shall be considered the official version. Reproduction of this translation, without ASTM's written permission is strictly forbidden under U.S. and international copyright laws.



Daftar isi

| | |
|--|-----|
| Daftar isi..... | i |
| Prakata | ii |
| Pendahuluan..... | iii |
| 1 Ruang lingkup..... | 1 |
| 2 Acuan normatif..... | 1 |
| 3 Istilah dan definisi | 3 |
| 4 Informasi pemesanan dan persyaratan | 3 |
| 5 Sifat-sifat umum agregat halus | 5 |
| 6 Gradasi agregat halus | 5 |
| 7 Bahan-bahan yang merugikan..... | 6 |
| 8 Ketahanan | 7 |
| 9 Sifat-sifat umum agregat kasar..... | 7 |
| 10 Gradasi agregat kasar | 7 |
| 11 Bahan-bahan yang merugikan..... | 9 |
| 12 Cara pengambilan sampel dan pengujian | 13 |
| 13 Kata kunci | 13 |
| Lampiran X1 Metode evaluasi potensi pengembangan yang merugikan | 14 |
| Lampiran X2 Padanan SNI | 19 |
| Bibliografi | 20 |
| Tabel 1 – Persyaratan gradasi untuk agregat halus | 4 |
| Tabel 2 – Batasan untuk bahan-bahan yang merugikan dalam agregat halus untuk beton.... | 4 |
| Tabel 3 – Persyaratan gradasi agregat kasar..... | 8 |
| Tabel 4 Batasan bahan-bahan merugikan dan persyaratan sifat fisis agregat kasar untuk beton (1 dari 2) | 10 |

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8321:2016 dengan judul “Spesifikasi agregat beton” merupakan adopsi identik dengan metode terjemahan dari ASTM C33/C33M-13, *Standard Specification for Concrete Aggregates* untuk mendefinisikan persyaratan gradasi dan kualitas agregat halus dan agregat kasar (selain agregat ringan atau agregat berat) untuk digunakan pada beton.

Pada saat SNI ini diterbitkan, beberapa acuan normatif dalam standar ini telah diadopsi menjadi SNI (lihat Lampiran X2).

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, pada Subkomite Teknis 91-01-S4 Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan melalui Gugus Kerja Bahan Bangunan. Tata cara penulisan disusun mengikuti Peraturan Kepala BSN nomor 4 tahun 2016 tentang Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia dan telah dibahas dalam forum Rapat Konsensus pada tanggal 24 Juni 2014 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman yang melibatkan para nara sumber, pakar, dan lembaga terkait.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ASTM C 33-13 dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Pendahuluan

Standar ini digunakan oleh kontraktor, pemasok beton, atau pembeli lainnya sebagai bagian dari dokumen pembelian yang menjelaskan bahan yang digunakan.

Standar ini mencakup penentuan kualitas agregat, ukuran maksimum nominal agregat, dan persyaratan gradasi tertentu lainnya.

Standar ini membahas informasi pembelian langsung agregat pada pemesanan, sifat-sifat umum agregat halus dan agregat kasar, jumlah bahan-bahan yang merugikan dalam agregat halus dan agregat kasar, cara pengambilan sampel dan pengujian.







Spesifikasi agregat beton

1 Ruang lingkup

1.1 Spesifikasi ini menetapkan persyaratan gradasi dan kualitas agregat halus dan agregat kasar (selain agregat ringan atau agregat berat) untuk digunakan pada beton.

1.2 Spesifikasi ini digunakan oleh kontraktor, pemasok beton, atau pembeli lainnya sebagai bagian dari dokumen pembelian yang menjelaskan bahan yang digunakan.

CATATAN 1 Spesifikasi ini dianggap memadai untuk bahan-bahan beton. Untuk pekerjaan tertentu atau di daerah tertentu, mungkin lebih atau kurang ketat daripada yang diperlukan. Misalnya, dimana estetika adalah penting, batas-batas lebih ketat dapat dipertimbangkan mengenai kotoran yang akan mengotori permukaan beton. Perencana harus memastikan bahwa agregat yang ditentukan atau dapat dibuat tersedia di daerah kerja, untuk gradasi sifat fisis, atau sifat kimia, atau kombinasi daripadanya.

1.3 Spesifikasi ini juga digunakan dalam spesifikasi proyek untuk menentukan kualitas agregat, ukuran maksimum nominal agregat, dan persyaratan gradasi tertentu lainnya. Persyaratan tersebut untuk memilih proporsi campuran beton agar dapat memenuhi syarat dalam penentuan proporsi agregat halus dan agregat kasar dan penambahan ukuran agregat pencampur jika diperlukan atau disetujui.

1.4 Nilai-nilai dinyatakan dalam satuan SI atau satuan *inchi-pound* adalah dianggap terpisah sebagai standar. Nilai-nilai dinyatakan dalam setiap sistem tidak harus persis sama; karena itu, masing-masing sistem tidak saling bergantung satu dengan yang lain. Kombinasi nilai-nilai dari kedua sistem mungkin menghasilkan ketidaksesuaian dengan standar ini.

1.5 Dalam standar ini merujuk CATATAN yang memberikan penjelasan tentang bahan. CATATAN disini (tidak termasuk yang ada dalam tabel dan gambar) tidak harus dianggap sebagai persyaratan standar.

2 Acuan normatif

2.1 Standar ASTM:

C29/C29M, *Test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate*

C40, *Test method for organic impurities in fine aggregates for concrete*

C87, *Test method for effect of organic impurities in fine aggregate on strength of mortar*

C88, *Test method for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate*

C117, *Test method for materials finer than 75- μ m (no. 200) sieve in mineral aggregates by washing*

C123, *Test method for lightweight particles in aggregate*

C125, *Terminology relating to concrete and concrete aggregates*

C131, *Test method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the los angeles machine*

C136, *Test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates*

- C142, *Test method for clay lumps and friable particles in aggregates*
- C150, *Specification for portland cement*
- C227, *Test method for potential alkali reactivity of cement-aggregate combinations (mortar-bar method)*
- C289, *Test method for potential alkali-silica reactivity of aggregates (chemical method)*
- C294, *Descriptive nomenclature for constituents of concrete aggregates*
- C295, *Guide for petrographic examination of aggregates for concrete*
- C311, *Test methods for sampling and testing fly ash or natural pozzolans for use in portland-cement concrete*
- C330, *Specification for lightweight aggregates for structural concrete*
- C331, *Specification for lightweight aggregates for concrete masonry units*
- C332, *Specification for lightweight aggregates for insulating concrete*
- C342, *Test method for potential volume change of cement-aggregate combinations (withdrawn 2001)*
- C441, *Test method for effectiveness of pozzolans or ground blast-furnace slag in preventing excessive expansion of concrete due to the alkali-silica reaction*
- C535, *Test method for resistance to degradation of large-size coarse aggregate by abrasion and impact in the los angeles machine*
- C586, *Test method for potential alkali reactivity of carbonate rocks as concrete aggregates (rock-cylinder method)*
- C595, *Specification for blended hydraulic cements*
- C618, *Specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete*
- C637, *Specification for aggregates for radiation-shielding concrete*
- C638, *Descriptive nomenclature of constituents of aggregates for radiation-shielding concrete*
- C666/C666M, *Test method for resistance of concrete to rapid freezing and thawing*
- C989, *Specification for slag cement for use in concrete and mortars*
- C1105, *Test method for length change of concrete due to alkali-carbonate rock reaction*
- C1157, *Performance specification for hydraulic cement*
- C1240, *Specification for silica fume used in cementitious mixtures*
- C1260, *Test method for potential alkali reactivity of aggregates (mortar-bar method)*
- C1293, *Test method for determination of length change of concrete due to alkali-silica reaction*
- C1567, *Test method for determining the potential alkali-silica reactivity of combinations of cementitious materials and aggregate (accelerated mortar-bar method)*
- D75, *Practice for sampling aggregates*
- D422, *Test method for particle-size analysis of soils*
- D2419, *Test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate*
- D3665, *Practice for random sampling of construction materials*
- E11, *Specification for woven wire test sieve cloth and test sieves*



2.2 Standar lain:

AASHTO T 330, *Method of test for the qualitative detection of harmful clays of the smectite group in aggregates using methylene blue*

3 Istilah dan definisi

3.1 Definisi istilah yang digunakan dalam standar ini, merujuk pada ASTM C125.

4 Informasi pemesanan dan persyaratan

4.1 Pasal 4.2 mencakup informasi pembelian langsung agregat pada pemesanan. Persyaratan proyek harus tercakup dalam informasi dokumen proyek untuk menjelaskan agregat yang akan digunakan dalam proyek dari persyaratan penerimaan pada Pasal 4.3.

4.2 Informasi yang tercakup dalam pemesanan pembelian agregat mengikuti informasi berikut:

4.2.1 Acuan untuk standar, seperti ASTM C33,

4.2.2 Apakah pesanan untuk agregat halus atau untuk agregat kasar,

4.2.3 Kuantitas, dalam ton metrik atau ton,

4.2.4 Jika pesanan untuk agregat halus:

4.2.4.1 Apakah batasan bahan-bahan reaktif dalam Pasal 7.3 berlaku,

4.2.4.2 Dalam hal uji ketahanan terhadap sulfat (lihat Pasal 8.1), hal ini bila garam akan digunakan. Jika tidak ada yang ditetapkan, dapat digunakan garam dari natrium sulfat atau magnesium sulfat,

4.2.4.3 Batas yang sesuai untuk bahan yang lebih halus dari saringan 75- μ m (No. 200) (lihat Tabel 1). Jika tidak ditetapkan, berlaku batas 3,0 %,

4.2.4.4 Batas yang sesuai untuk batubara dan lignit (lihat Tabel 2). Jika tidak dinyatakan, berlaku batas 1,0 %,

4.2.5 Jika pesanan untuk agregat kasar:

4.2.5.1 Gradasi (nomor ukuran) (lihat Pasal 10.1 dan Tabel 3), atau alternatif gradasi yang disetujui antara pembeli dan pemasok agregat.

4.2.5.2 Penunjukan klasifikasi (lihat Pasal 11.1 dan Tabel 4),

4.2.5.3 Apakah berlaku batasan bahan-bahan reaktif pada Pasal 11.2,

4.2.5.4 Dalam hal uji ketahanan terhadap sulfat (lihat Tabel 4), hal ini bila garam akan digunakan. Jika tidak ada yang ditetapkan, dapat digunakan garam dari natrium sulfat atau magnesium sulfat, dan

4.2.6 Adanya pengecualian atau penambahan pada standar ini (lihat CATATAN 1).

4.3 Termasuk dalam spesifikasi proyek untuk agregat mengikuti informasi berikut:

4.3.1 Acuan untuk standar, seperti ASTM C33,

4.3.2 Bila agregat dinyatakan sebagai agregat halus:

4.3.2.1 Apakah berlaku batasan bahan-bahan reaktif dalam Pasal 7.3,

4.3.2.2 Dalam hal uji ketahanan terhadap sulfat (lihat Pasal 8.1), hal ini bila garam akan digunakan. Jika tidak ada yang ditetapkan, dapat digunakan garam dari natrium sulfat atau magnesium sulfat.

Tabel 1 – Persyaratan gradasi untuk agregat halus

| Saringan (ASTM E11) | Persen Lolos |
|------------------------|------------------------|
| 9,5-mm (3/8 in) | 100 |
| 4,75-mm (No. 4) | 95 – 100 |
| 2,36-mm (No. 8) | 80 – 100 |
| 1,18-mm (No. 16) | 50 – 85 |
| 600- μ m (No. 30) | 25 – 60 |
| 300- μ m (No. 50) | 5 – 30 |
| 150- μ m (No. 100) | 0 – 10 |
| 75 μ m (No. 200) | 0 – 3,0 ^{A,B} |

^AUntuk beton yang tidak terkena abrasi, batas maksimum untuk bahan yang lebih halus dari saringan 75- μ m (No. 200) boleh 5 %.

^BUntuk agregat halus buatan, jika bahan yang lebih halus dari saringan 75- μ m (No. 200), berupa abu atau pecahan, bebas tanah liat atau *shale*, batasan maksimum adalah 5 % untuk beton yang terkena abrasi dan 7 % untuk beton yang tidak terkena abrasi.

Tabel 2 – Batasan untuk bahan-bahan yang merugikan dalam agregat halus untuk beton

| Uraian | Persen massa maksimum dari total sampel |
|---|---|
| Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah | 3,0 |
| Batu bara dan lignit: Bila permukaan beton yang muncul penting | 0,5 |
| Semua beton lainnya | 1,0 |

4.3.2.3 Batas yang sesuai untuk bahan yang lebih halus dari saringan 75- μ m (No. 200) (lihat Tabel 1). Jika tidak ditetapkan, berlaku batas 3,0 %, dan

4.3.2.4 Batas yang sesuai untuk batu bara dan lignit (Tabel 2). Jika tidak ditetapkan, berlaku batas 1,0 %.

4.3.3 Bila agregat dinyatakan sebagai agregat kasar, mencakup:

4.3.3.1 Ukuran maksimum nominal atau ukuran yang diijinkan, berdasarkan ketebalan penampang atau jarak tulangan atau kriteria lainnya. Sebagai pengganti ukuran maksimum nominal, penentu harus menunjuk nomor ukuran yang sesuai atau nomor-nomor (lihat Pasal 10.1 dan Tabel 3). Penunjukan nomor ukuran untuk menunjukkan ukuran nominal harus tidak dibatasi oleh orang yang bertanggung jawab untuk memilih proporsi dari



penggabungan penilaian dua atau lebih agregat untuk mendapatkan penilaian yang diinginkan, asalkan gradasi tidak ditetapkan dibatasi oleh penentu proyek dan ukuran maksimum nominal ditunjukkan dengan tidak melebihi nomor ukuran,

4.3.3.2 Penunjukan klasifikasi (lihat Pasal 11.1 dan Tabel 4),

4.3.3.3 Apakah berlaku batasan bahan-bahan reaktif pada Pasal 11.2,

4.3.3.4 Dalam hal uji ketahanan terhadap sulfat (lihat Tabel 4), bila garam akan digunakan. Jika tidak ditetapkan, dapat digunakan salah satu garam dari natrium sulfat atau magnesium sulfat, dan

4.3.4 Orang yang bertanggung jawab untuk memilih proporsi beton selain produsen beton.

4.3.5 Adanya pengecualian atau penambahan pada standar ini (lihat CATATAN 1).

5 Sifat-sifat umum agregat halus

5.1 Agregat halus harus terdiri dari pasir alam, pasir buatan, atau kombinasi keduanya.

6 Gradasi agregat halus

6.1 *Analisis saringan* - Agregat halus, kecuali seperti yang diberikan pada Pasal 6.2 dan Pasal 6.3 harus digradasi dalam batasan-batasan sesuai Tabel 1.

CATATAN 2 Beton dengan agregat halus bergradasi mendekati nilai minimum persen lolos 300 μm (No. 50) dan 150 μm (No. 100) kadang-kadang memiliki kesulitan dalam pengerjaan, pemadatan atau *bleeding* yang berlebihan. Penambahan bahan pembentuk gelembung udara (*air entrained*), penambahan semen, atau penambahan bahan tambahan mineral yang disetujui untuk menambah kekurangan jumlah bahan halus, adalah metode yang digunakan untuk mengurangi tingkat kesulitan tersebut.

6.2 Agregat halus harus memiliki nilai tidak lebih dari 45 % lolos ukuran saringan manapun dan tertinggal di saringan berikutnya berturut-turut yang ditunjukkan pada Pasal 6.1, dan modulus kehalusan tidak boleh kurang dari 2,3 dan tidak boleh lebih dari 3,1.

6.3 Agregat halus yang tidak memenuhi persyaratan gradasi harus memenuhi persyaratan pada bagian yang ditetapkan oleh penyedia dimana penyedia akan menunjukkan kepada pihak pembeli atau penentu bahwa beton yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang ditetapkan, dibuat dengan menggunakan agregat halus tersebut di bawah pertimbangan, akan memiliki sifat-sifat yang relevan (lihat CATATAN 5) sekurang-kurangnya sama dengan beton yang dibuat dengan bahan yang sama, dengan pengecualian bahwa acuan agregat halus harus dipilih dari sumber yang memiliki sifat-sifat yang dapat diterima dengan konstruksi beton yang sama.

CATATAN 3 Agregat halus buatan yang mempunyai proporsi bahan lolos saringan 75- μm (No. 200) membutuhkan evaluasi lebih lanjut untuk meyakinkan bahwa bahan yang lolos saringan 75- μm (No. 200) pada dasarnya tersusun dari abu yang berasal dari pecahan batu pada proses pemecahan, dan tidak mengandung bahan yang lebih halus dari tanah liat atau bahan lain yang merugikan seperti dijelaskan pada ASTM C294. Karena beberapa abu atau pecahan dapat terjadi dalam rentang ukuran tanah liat, yang didefinisikan disini sebagai bahan yang lebih halus dari 2- μm , hati-hati memisahkan bahan ukuran tanah liat tersebut dari bahan tanah liat. Agregat halus alam dengan proporsi bahan yang lolos saringan 75- μm (No. 200) dapat memiliki potensi lebih tinggi untuk kandungan mineral tanah liat.

Berbagai cara tersedia untuk analisis menentukan sifat-sifat agregat halus ini, seperti analisis petrografi (ASTM C295), penentuan ekuivalen pasir (Metode Uji ASTM D2419), analisis hidrometer (Metode Uji ASTM D422), analisis penentuan adsorpsi metilen biru (AASHTO T330) dan analisis difraksi sinar-X. Sementara teknik ini berguna untuk maksud penyelidikan, tidak ada batas yang tersedia untuk memperkirakan kinerja bahan ini dalam beton dengan berbagai kondisi layan. Analisis adsorpsi metilen biru dan hidrometer dipercaya menjadi dua uji yang relatif cepat dan handal dalam penentuan karakteristik bahan yang lolos saringan 75- μm (No. 200) untuk menentukan kesesuaian penggunaan dalam beton. Hasil penelitian (1, 2) mengindikasikan bahwa agregat halus buatan yang lebih halus dari 2 μm kurang dari 4 % massa, dan dengan nilai adsorpsi metilen biru yang kurang dari 5 mg/g secara umum dapat digunakan pada beton. Agregat halus yang lebih dari nilai tersebut masih sesuai untuk digunakan didukung oleh sifat-sifat beton segar dan beton yang telah mengeras dapat diterima.

CATATAN 4 Agregat halus yang sesuai dengan persyaratan dari spesifikasi gradasi, disiapkan oleh pihak lain seperti agen transportasi, yang secara umum digunakan di daerah tersebut, harus memiliki catatan pelayanan yang memuaskan berkenaan dengan sifat beton yang dipengaruhi oleh gradasi.

CATATAN 5 Sifat-sifat yang relevan adalah sifat-sifat beton yang penting untuk dipertimbangkan pada aplikasi tertentu, STP 169D* menyediakan pembahasan sifat beton yang penting.

**Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials, STP 169D, ASTM, 2006.*

6.4 Untuk pengiriman agregat halus secara kontinu dari sumber yang ditentukan, nilai modulus kehalusan tidak boleh bervariasi lebih dari 0,20 dari nilai dasar modulus kehalusan. Nilai dasar modulus kehalusan diambil dari sumber yang sejenis. Pembeli atau penentu mempunyai kewenangan untuk menyetujui perubahan nilai dasar modulus kehalusan.

CATATAN 6 Nilai dasar modulus kehalusan harus ditentukan dari pengujian sebelumnya, atau jika tidak ada data uji sebelumnya, nilai rata-rata modulus kehalusan untuk sepuluh sampel pertama (atau semua sampel sebelumnya jika kurang dari sepuluh). Proporsi campuran beton mungkin tergantung dari nilai dasar modulus kehalusan agregat halus yang akan digunakan. Oleh karena itu, jika nilai dasar modulus kehalusan jauh berbeda dari nilai yang digunakan dalam campuran beton, mungkin diperlukan penyesuaian dalam campuran.

7 Bahan-bahan yang merugikan

7.1 Jumlah bahan-bahan yang merugikan dalam agregat halus tidak boleh melebihi batas yang ditentukan dalam Tabel 2.

7.2 Bahan organik

7.2.1 Agregat halus harus bebas dari bahan organik dalam jumlah yang merugikan. Kecuali telah disediakan, agregat yang diajukan untuk uji bahan organik dan menghasilkan warna yang lebih gelap dari standar harus ditolak.

7.2.2 Penggunaan agregat halus yang tidak memenuhi syarat dalam pengujian tidak dilarang, asalkan perubahan warna dikarenakan adanya sejumlah kecil batubara, lignit atau sejenis partikel lainnya.

7.2.3 Penggunaan agregat halus tidak memenuhi syarat dalam pengujian tidak dilarang, asalkan, saat diuji pengaruh bahan organik pada kekuatan mortar, kekuatan relatif pada 7 hari tidak kurang dari 95 %, dihitung sesuai dengan ASTM C87.

7.3 Agregat halus yang akan digunakan dalam beton yang terkena pembasahan, terpapar pada udara lembap, atau kontak dengan tanah lembap harus tidak mengandung bahan-bahan reaktif yang merugikan dengan alkali dalam semen dalam jumlah yang cukup untuk



menyebabkan pengembangan berlebihan pada mortar atau beton, kecuali jika bahan tersebut ada dalam jumlah yang merugikan, penggunaan agregat halus tidak dilarang bila digunakan dengan semen yang mengandung alkali kurang dari 0,60 % dihitung sebagai setara natrium oksida ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$), jika ada evaluasi rekam layan yang memuaskan, atau dengan penambahan bahan yang telah ditunjukkan untuk mencegah pengembangan akibat reaksi alkali-agregat yang berlebihan. (Lihat Lampiran X1, X1.1.2, X1.1.3).

8 Ketahanan

8.1 Kecuali sebagaimana diatur dalam Pasal 8.2 dan Pasal 8.3, agregat halus yang diuji ketahanan lima siklus harus mempunyai kehilangan berat rata-rata tidak lebih dari 10 % jika menggunakan natrium sulfat atau 15 % jika menggunakan magnesium sulfat.

8.2 Agregat halus yang tidak memenuhi persyaratan pada Pasal 8.1 harus dianggap memenuhi persyaratan dari pasal ini, dengan ketentuan bahwa pemasok menunjukkan kepada pembeli atau penentu bahwa beton mempunyai sifat setara, terbuat dari agregat yang serupa dari sumber yang sama, telah memberikan pelayanan yang memuaskan bila terkena pengaruh iklim serupa dengan yang akan dihadapi.

8.3 Agregat halus yang tidak memiliki catatan pelayanan yang dapat dibuktikan dan tidak memenuhi persyaratan Pasal 8.1 harus dianggap memenuhi persyaratan dari pasal ini dengan ketentuan bahwa pemasok menunjukkan kepada pembeli atau penentu hasil yang memuaskan dalam hal uji pembekuan dan pencairan dalam beton (lihat Metode Uji ASTM C666/C666M).

9 Sifat-sifat umum agregat kasar

9.1 Agregat kasar harus terdiri dari kerikil, kerikil pecah, batu pecah, *slag* tanur tinggi udara pendingin, atau beton semen hidraulis yang dihancurkan (lihat CATATAN 7), atau kombinasi daripadanya, sesuai dengan persyaratan dari standar ini.

CATATAN 7 Meskipun beton semen hidraulis yang dihancurkan telah digunakan sebagai agregat dengan laporan hasil yang memuaskan, penggunaannya mungkin memerlukan beberapa tindakan pencegahan tambahan. Persyaratan air pencampur dapat ditingkatkan karena ketahanan abrasi agregat. Sebagian beton yang kurang baik, digunakan sebagai agregat, dapat mengurangi ketahanan pembekuan dan pencairan, mempengaruhi sifat rongga udara atau berkurang selama pengerjaan, pencampuran, atau pengecoran. Beton yang dihancurkan dapat mengandung bagian yang akan rentan terhadap reaktivitas alkali agregat atau serangan sulfat dalam beton baru atau dapat memberi sulfat, klorida, atau bahan organik pada beton baru dalam pori-pori strukturnya.

10 Gradasi agregat kasar

10.1 Agregat kasar harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 3 untuk nomor ukuran yang ditentukan.

CATATAN 8 Rentang yang ditunjukkan dalam Tabel 3 adalah kebutuhan yang sangat luas untuk mengakomodasi kondisi nasional. Untuk pengendalian mutu dari kegiatan tertentu, produsen harus mengembangkan gradasi rata-rata untuk sumber tertentu dan fasilitas produksi, dan harus mengendalikan gradasi produksi dalam toleransi yang wajar dari rata-rata ini. Dimana digunakan nomor ukuran agregat kasar 357 atau 467, agregat harus didukung setidaknya dua ukuran terpisah.



Tabel 3 – Persyaratan gradasi agregat kasar

| Nomor ukuran | Ukuran nominal (saringan dengan lubang persegi) | Jumlah yang lebih halus dari masing-masing saringan laboratorium (lubang persegi), persen massa | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|----------------|--------------|----------------|--------------|------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | 100 mm (4 in) | 90 mm (3,5 in) | 75 mm (3 in) | 63 mm (2,5 in) | 50 mm (2 in) | 37,5 mm (1,5 in) | 25,0 mm (1 in) | 19,0 mm (3/4 in) | 12,5 mm (1/2 in) | 9,5 mm (3/8 in) | 4,75 mm (No. 4) | 2,36 mm (No. 8) | 1,18 mm (No. 16) | 300 µm (No. 50) |
| 1 | 90 mm-37,5 mm (3,5 in-1,5 in) | 100 | 90-100 | - | 25-60 | - | 0-15 | - | 0-5 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 63 mm-37,5 mm (2,5 in-1,5 in) | - | - | 100 | 90-100 | 35 - 70 | 0-15 | - | 0-5 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 50 mm-25,0 mm (2 in-1 in) | - | - | - | 100 | 90-100 | 35-70 | 0-15 | - | 0-5 | - | - | - | - | - |
| 357 | 50 mm-4,75 mm (2 in-no. 4) | - | - | - | 100 | 95-100 | - | 35-70 | - | 10-30 | - | 0-5 | - | - | - |
| 4 | 37,5 mm-19,0 mm (1,5 in-3/4 in) | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 0-15 | - | 0-5 | - | - | - | - |
| 467 | 37,5 mm-4,75 mm (1,5 in-no. 4) | - | - | - | - | 100 | 95-100 | - | 35-70 | - | 10 - 30 | 0 - 5 | - | - | - |
| 5 | 25,0 mm-12,5 mm (1 in-0,5 in) | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 0 - 10 | 0 - 5 | - | - | - | - |
| 56 | 25,0 mm-9,5 mm (1 in-3/8 in) | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 40-85 | 10 - 40 | 0 - 15 | 0 - 5 | - | - | - |
| 57 | 25,0 mm-4,75 mm (1 in-no. 4) | - | - | - | - | - | 100 | 95-100 | - | 25 - 60 | - | 0 - 10 | 0 - 5 | - | - |
| 6 | 19,0 mm-9,5 mm (3/4 in-3/8 in) | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20 - 55 | 0 - 15 | 0 - 5 | - | - | - |
| 67 | 19,0 mm-4,75 mm (3/4 in-no. 4) | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | - | 20 - 55 | 0 - 10 | 0 - 5 | - | - |
| 7 | 12,5 mm-4,75 mm (0,5 in-no. 4) | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 40 - 70 | 0 - 15 | 0 - 5 | - | - |
| 8 | 9,5 mm-2,36 mm (3/8 in-no. 8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 85 - 100 | 10-30 | 0 - 10 | 0-5 | - |
| 89 | 9,5 mm-1,18 mm (3/4 in-no. 16) | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 5 - 30 | 0-10 | 0-5 |
| 9 ^A | 4,75 mm-1,18 mm (no. 4-no. 16) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 85-100 | 10-40 | 0 - 10 | 0-5 |

^A Agregat nomor ukuran 9 ditentukan dalam ASTM C125 sebagai agregat halus, namun dimasukkan sebagai agregat kasar jika dikombinasikan dengan bahan nomor ukuran 8 untuk menghasilkan nomor ukuran 89, dimana agregat kasar didefinisikan dalam ASTM C125.



11 Bahan-bahan yang merugikan

11.1 Kecuali untuk ketentuan dari Pasal 11.3, batas-batas diberikan dalam Tabel 4 harus berlaku untuk klasifikasi agregat kasar yang ditunjuk dalam pesanan pembelian atau dokumen lainnya (lihat CATATAN 9 dan CATATAN 10). Jika klasifikasi tidak ditentukan, persyaratan untuk klasifikasi 3S, 3M, atau 1N harus diterapkan dalam daerah yang dipengaruhi iklim parah, sedikit, dan diabaikan, masing-masing (lihat Tabel 4)

CATATAN 9 Penentu agregat harus menetapkan klasifikasi agregat kasar untuk digunakan dalam pekerjaan, berdasarkan pada daerah yang parah dipengaruhi iklim, abrasi, dan faktor-faktor paparan lainnya (lihat Tabel 4). Batas agregat kasar mengacu pada masing-masing klasifikasi dikecualikan untuk memastikan kinerja yang memuaskan dalam beton untuk masing-masing jenis dan lokasi konstruksi. Memilih klasifikasi dengan batas-batas yang tidak wajar dapat mengakibatkan biaya yang tidak diperlukan jika bahan-bahan sesuai dengan persyaratan tidak tersedia secara lokal. Memilih klasifikasi dengan batas-batas kurang ketat dapat mengakibatkan kinerja tidak memuaskan dan cacat prematur pada beton. Sementara beton pada bagian yang berbeda pada struktur tunggal dapat secara memadai dibuat dengan berbagai klasifikasi agregat kasar, penentu dapat memerlukan agregat kasar untuk semua beton sehingga dapat memenuhi klasifikasi yang lebih ketat yang sama untuk mengurangi kemungkinan kelengkapan beton dengan klasifikasi agregat yang tidak benar, terutama pada proyek-proyek yang lebih kecil.

CATATAN 10 Untuk agregat kasar dalam beton yang terpapar pengaruh iklim, dimaksudkan untuk memberikan panduan kemungkinan keparahan paparan iklim. Konstruksi yang ditangani tersebut, secara khusus di dekat batas daerah paparan iklim, harus mempertimbangkan rekaman badan iklim lokal untuk jumlah curah hujan musim dingin dan jumlah siklus pembekuan dan pencairan yang diperkirakan, untuk menentukan tingkat keparahan paparan iklim untuk menetapkan persyaratan uji agregat kasar. Untuk konstruksi pada ketinggian melebihi 1.520 m (5.000 ft) di atas permukaan laut, harus dipertimbangkan kemungkinan paparan iklim yang lebih parah daripada yang ditunjukkan oleh peta. Di daerah kering, keparahan paparan iklim dapat kurang dari yang ditunjukkan. Dalam kasus lain, definisi keparahan paparan iklim dalam Tabel 4 harus dibuat. Jika ada keraguan dalam memilih antara dua daerah, pilih daerah dengan paparan iklim yang lebih parah.

11.2 Agregat kasar yang akan digunakan dalam beton yang terkena pembasahan, terpapar pada udara lembap, atau kontak dengan tanah lembap harus tidak mengandung bahan-bahan reaktif yang merugikan dengan alkali dalam semen dalam jumlah yang cukup untuk menyebabkan pengembangan berlebihan pada mortar atau beton, kecuali jika bahan tersebut ada dalam jumlah yang merugikan, penggunaan agregat kasar tidak dilarang bila digunakan dengan semen yang mengandung alkali kurang dari 0,60 % dihitung sebagai setara natrium oksida ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$), jika ada evaluasi rekam layan yang memuaskan, atau dengan penambahan bahan yang telah ditunjukkan untuk mencegah pengembangan akibat reaksi alkali agregat yang berlebihan. (Lihat Lampiran X1, X1.1.2, X1.1.3).

11.3 Agregat kasar yang mempunyai hasil uji melebihi batas-batas yang ditentukan dalam Tabel 4 harus dianggap memenuhi persyaratan dari pasal ini yang ditunjukkan oleh pemasok kepada pembeli atau penentu bahwa beton dibuat dengan agregat yang sama dari sumber yang sama telah memberikan pelayanan yang memuaskan dengan cara yang sama dengan yang akan dihadapi, atau tidak adanya catatan layanan yang dapat ditunjukkan, didukung agregat yang menghasilkan beton dengan sifat relevan (lihat CATATAN 5).

**Tabel 4 Batasan bahan-bahan merugikan dan persyaratan sifat fisis agregat kasar untuk beton (1 dari 2)**

CATATAN 1 Daerah yang dipengaruhi iklim didefinisikan sebagai berikut:

(S) Daerah yang parah dipengaruhi iklim - Iklim dingin dimana beton terpapar bahan kimia yang dapat mencair atau bahan lain yang agresif, atau dimana beton dapat menjadi jenuh akibat terkena air secara terus menerus atau air bebas pada pengulangan pembekuan dan pencairan.

(M) Daerah yang sedikit dipengaruhi iklim - Iklim dimana pembekuan diperkirakan hanya terjadi sesekali, dimana beton di luar tidak akan terus menerus terpapar pembekuan dan pencairan jika terdapat air atau bahan kimia yang dapat mencair.

(N) Daerah yang pengaruh iklimnya dapat diabaikan - Iklim dimana beton jarang terpapar pembekuan jika terdapat air

| Klasifikasi | Tipe atau lokasi konstruksi beton | Maksimum yang diijinkan, % | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|--|--|--|---------------------|---------------------|---|
| | | Gumpalan lempung dan Partikel mudah Pecah | Chert (Berat jenis SSD kurang dari 2,40) | Banyaknya gumpalan lempung, Partikel mudah pecah, dan Chert (Berat jenis SSD kurang dari 2,40) | Bahan yang lebih halus dari saringan 75-µm (No. 200) | Batubara dan Lignit | Abrasi ^A | Ketahanan terhadap Magnesium Sulfat (5 siklus) ^B |
| Daerah yang parah dipengaruhi iklim | | | | | | | | |
| 1S | Fondasi telapak, fondasi, kolom dan balok tidak terpapar iklim, pelat lantai interior yang diberi penutup | 10,0 | - | - | 1,0 ^C | 1,0 | 50 | - |
| 2S | Lantai interior tanpa penutup | 5,0 | - | - | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | - |
| 3S | Dinding fondasi berumpak, dinding penahan tanah, abutmen, tiang (<i>pier</i>), girder, dan balok terekspos cuaca | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | 18 |
| 4S | Lapisan perkerasan, dek jembatan, <i>driveways</i> dan kanstin/kerb, jalan, patio, lantai garasi, lantai ekspos dan beranda, atau struktur tepian air, daerah yang sering terkena basah | 3,0 | 5,0 | 5,0 | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | 18 |
| 5S | Beton arsitektural atau dekoratif yang terekspos | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | 18 |



Tabel 4 Batasan bahan-bahan merugikan dan persyaratan sifat fisis agregat kasar untuk beton (2 dari 2)

| Klasifikasi | Tipe atau lokasi konstruksi beton | Maksimum yang diijinkan, % | | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|---------------------|---------------------|---|
| | | Gumpalan lempung dan Partikel mudah Pecah | Chert (Berat Jenis SSD Kurang Dari 2,40) | Banyaknya Gumpalan Lempung, Partikel Mudah Pecah, dan Chert (Berat Jenis SSD Kurang Dari 2,40) | Gumpalan lempung dan Partikel mudah Pecah | Batubara dan Lignit | Abrasi ^A | Gumpalan lempung dan Partikel mudah Pecah |
| Daerah yang sedikit dipengaruhi iklim | | | | | | | | |
| 1M | fondasi telapak, fondasi, kolom dan balok tidak terpapar iklim, pelat lantai interior yang diberi penutup | 10,0 | - | - | 1,0 ^C | 1,0 | 50 | - |
| 2M | Lantai interior tanpa penutup | 5,0 | - | - | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | - |
| 3M | Dinding fondasi berumpak, dinding penahan tanah, abutmen, tiang (<i>pier</i>), girder, dan balok terekspos cuaca | 5,0 | 8,0 | 10,0 | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | 18 |
| 4M | Lapisan perkerasan, dek jembatan, <i>driveways</i> dan kanstin/kerb, jalan, patio, lantai garasi, lantai ekspos dan beranda, atau struktur tepian air, daerah yang sering terkena basah | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | 18 |
| 5M | Beton arsitektural atau dekoratif yang terekspos | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | 18 |
| Daerah yang pengaruh iklimnya dapat diabaikan | | | | | | | | |
| 1N | Slab yang terkena abrasi lalu lintas, dek jembatan, lantai, trotoar/jalur pejalan kaki, lapisan perkerasan | 5,0 | - | - | 1,0 ^C | 0,5 | 50 | - |
| 2N | Seluruh klasifikasi beton yang lain | 10,0 | - | - | 1,0 ^C | 1,0 | 50 | - |

^ASlag tanur tinggi yang pecah oleh udara pendingin tidak termasuk dari persyaratan abrasi. *Bulk density* (satuan berat) slag tanur tinggi tersebut yang dipadatkan dengan menggunakan batang pemadat atau digetar tidak boleh kurang dari 1 120 kg/m³ (70 lb/ft³). Gradasi slag yang digunakan dalam uji *bulk density* (satuan berat) harus sesuai dengan gradasi yang digunakan dalam beton. Kerikil, kerikil pecah atau batu pecah yang hilang akibat abrasi harus ditentukan pada uji ukuran tersebut atau ukuran yang hampir mendekati dengan gradasi tersebut atau gradasi yang digunakan dalam beton. Jika yang digunakan lebih dari satu gradasi, batas kehilangan akibat abrasi berlaku untuk masing-masing.

^BBatas yang diijinkan untuk ketahanan terhadap natrium sulfat harus 12 %.



^cPersentase di bawah salah satu kondisi berikut: (1) diijinkan untuk ditingkatkan menjadi 1,5 jika bahan dasarnya bebas dari tanah liat atau *shale*; atau (2) jika sumber agregat halus yang digunakan dalam beton diketahui mengandung lebih sedikit dari jumlah maksimum yang ditentukan lolos saringan 75- μ m (No. 200) sesuai Tabel 1 batas persentase (L) pada jumlah agregat kasar diijinkan untuk ditingkatkan menjadi $L = 1 + [(P)/(100 - P)] (T - A)$, dimana P = persentase pasir dalam beton sebagai persen total agregat, T = batas yang diijinkan untuk agregat halus sesuai Tabel 1, dan A = jumlah agregat halus yang sebenarnya. (Ini memberikan perhitungan berat yang direncanakan sampai batas maksimum massa bahan lolos saringan 75- μ m (No. 200) dalam beton yang akan diperoleh jika agregat halus dan agregat kasar disediakan pada persentase tabulasi maksimum untuk masing-masing bahan ini).





Cara pengambilan sampel dan pengujian

12 Cara pengambilan sampel dan pengujian

12.1 Sampel dan uji agregat menurut metode uji berikut, kecuali sebagaimana ditentukan lain dalam standar ini. Buat uji persyaratan pada spesimen uji yang memenuhi persyaratan metode uji yang dipilih. Hal ini tidak dilarang untuk menggunakan spesimen uji yang sama untuk analisis saringan dan untuk penentuan bahan lebih halus dari saringan 75- μm (No. 200). Penggunaan ukuran terpisah dari analisis saringan dapat diterima untuk uji ketahanan atau uji abrasi, namun, persiapan spesimen uji tambahan diperlukan (lihat CATATAN 11). Untuk prosedur uji yang lainnya dan evaluasi potensi reaktivitas alkali, ketika diperlukan, gunakan spesimen uji independen.

CATATAN 11 Bahan yang digunakan untuk uji ketahanan memerlukan penyaringan ulang untuk memungkinkan persiapan spesimen uji sesuai dengan ASTM C88.

12.1.1 Pengambilan sampel - ASTM D75 dan ASTM D3665.

12.1.2 Gradasi dan modulus kehalusan - ASTM C136.

12.1.3 Jumlah bahan yang lebih halus dari saringan 75- μm (No. 200) - ASTM C117.

12.1.4 Bahan organik - ASTM C40.

12.1.5 Pengaruh bahan organik pada kekuatan - ASTM C87.

12.1.6 Ketahanan - ASTM C88.

12.1.7 Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah - ASTM C142.

12.1.8 Batubara dan lignit - ASTM C123, menggunakan cairan yang mempunyai berat jenis 2,0 untuk menghilangkan partikel-partikel dari batubara dan lignit. Hanya bahan yang hitam kecoklatan, atau hitam, dapat dianggap batubara atau lignit. Arang besi (*coke*) harus tidak diklasifikasikan sebagai batubara atau lignit.

12.1.9 *Bulk density* (satuan berat) dari *slag* - ASTM C29/C29M.

12.1.10 Abrasi dari agregat kasar - ASTM C131 atau ASTM C535.

12.1.11 Agregat reaktif - Lihat Lampiran X1.

12.1.12 Pembekuan dan pencairan – Prosedur untuk membuat uji pembekuan dan pencairan dari beton dijelaskan dalam ASTM C666/C666M.

12.1.13 *Chert* - ASTM C123 digunakan untuk mengidentifikasi partikel dalam sampel agregat kasar dengan berat jenis lebih ringan dari 2,40 dan buku petunjuk ASTM C295 untuk mengidentifikasi partikel dalam fraksi ringan adalah *chert*.

13 Kata kunci

13.1 agregat; agregat kasar; agregat beton; agregat halus.



Lampiran X1 (informatif)

Metode evaluasi potensi pengembangan yang merugikan akibat reaktivitas alkali pada agregat

X1.1 Pendahuluan

X1.1.1 Metode Laboratorium - Banyak metode uji untuk evaluasi potensi pengembangan yang merugikan akibat reaktivitas alkali pada agregat telah diusulkan dan beberapa telah diadopsi sebagai standar ASTM. Namun, tidak ada kesepakatan umum pada hubungan antara hasil uji ini dan jumlah pengembangan yang diharapkan atau toleransi layan. Oleh karena itu, evaluasi kesesuaian agregat harus didasarkan pada penilaian, interpretasi data uji, dan hasil pengujian struktur beton yang mengandung agregat yang sama dan bahan sementisius serupa yang memiliki tingkat alkali yang serupa. Hasil uji mengacu pada lampiran ini dapat membantu dalam membuat evaluasi. Ketika menginterpretasi pengembangan spesimen uji di laboratorium, harus dipertimbangkan tidak hanya pada nilai pengembangan pada umur uji tertentu, tetapi juga bentuk kurva pengembangan, yang dapat menunjukkan apakah pengembangan berhenti atau berlanjut pada laju konstan atau dengan percepatan.

X1.1.2 Evaluasi rekaman layan - data rekaman layan beton yang dapat dibandingkan dengan valid, jika tersedia, harus didahulukan atas hasil uji laboratorium dalam kebanyakan kasus. Untuk dianggap valid, rekaman layan yang memuaskan harus tersedia selama minimum 10 tahun untuk agregat, bahan sementisius, dan paparan yang cukup mirip dengan dimana agregat sedang dipertimbangkan untuk digunakan di masa depan. Periode lebih lama dari layanan yang didokumentasikan dapat diperlukan untuk pekerjaan yang diusulkan yang dirancang untuk masa layan yang panjang dalam kondisi lembap, atau jika hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa agregat dapat berupa bahan reaktif merugikan.

X1.1.3 Mitigasi reaksi alkali-agregat – Jika agregat telah dinilai berpotensi sebagai bahan reaktif merugikan dalam beton baik melalui laboratorium atau evaluasi rekam layan, penggunaan agregat harus dipertimbangkan dengan langkah-langkah yang dikenal untuk mencegah pengembangan berlebih akibat reaksi alkali-agregat. Lihat pasal mitigasi dalam Lampiran X1.3 reaksi alkali silika dan Lampiran X1.4 reaksi alkali batu karbonat dan referensi dikutip untuk diskusi pencegahan strategis untuk beton baru.

X1.2 Latar belakang

X1.2.1 Latar belakang informasi reaksi alkali-agregat dapat ditemukan dalam Referensi (3), deskriptif nomenklatur ASTM C294, dan ASTM C295 seperti dibahas sebagai berikut. Penjelasan tambahan terdapat dalam Referensi (4), (5). Referensi ini ditujukan untuk reaksi alkali-silika dan reaksi alkali-batu karbonat.

X1.2.1.1 Deskriptif nomenklatur ASTM C294 untuk agregat beton - nomenklatur ini menyediakan gambaran dari unsur mineral agregat dan termasuk penjelasan dari yang telah dikaitkan dengan pengembangan yang merugikan karena reaksi alkali.

X1.2.1.2 Pedoman ASTM C295 (Pengujian petrografi agregat) - Panduan ini menguraikan prosedur untuk memeriksa sampel agregat atau sampel dari potensi sumber agregat untuk menentukan apakah ada zat yang berpotensi reaktif merugikan dan jika demikian, berapa jumlahnya.



X1.2.1.3 Reaksi alkali-silika – Bahan-bahan tertentu yang dikenal berpotensi reaktif alkali-silika merugikan. Termasuk dalam bentuk silika seperti *opal*, *chalcedony*, *tridymite*, dan *cristobalite*; *cryptocrystalline* dan *microcrystalline*, *strained*, atau *highly fractured quartz*; dan *intermediate to acid* (banyak mengandung silika) *volcanic glass* seperti yang mungkin terjadi dalam *rhyolite*, *andesite*, atau *dacite*. Penentuan adanya dan jumlah bahan-bahan tersebut dengan pengujian petrografi bermanfaat untuk mengevaluasi potensi reaktifitas alkali. Agregat dapat berpotensi reaktif merugikan jika beberapa dari bahan-bahan ini, seperti *opal*, ada dalam jumlah yang sangat kecil (misalnya, 1 %).

X1.2.1.4 Reaksi alkali-batu karbonat – Reaksi *dolomite* dalam batuan karbonat tertentu dengan alkali telah dikaitkan dengan pengembangan yang merugikan beton yang mengandung batu sebagai agregat kasar. Batu karbonat yang paling reaktif yang mempunyai tekstur karakteristik dimana kristal relatif besar dari *dolomite* tersebar dalam matriks butiran lebih halus dari *calcite* dan tanah liat. Batuan ini juga mempunyai komposisi dimana bagian karbonat terdiri dari sejumlah besar *dolomite* dan *calcite*, dan residu asam yang tidak larut mengandung sejumlah besar tanah liat. Batu *dolomite* murni tertentu juga dapat menghasilkan pengembangan yang lambat dalam beton.

X1.3 Reaksi alkali-silika

X1.3.1 Metode uji ASTM C289 (metode kimia) - Hasil pengujian adalah nilai-nilai untuk banyaknya silika yang larut (S_c) dan pengurangan alkalinitas (R_c) untuk masing-masing dari tiga bagian uji dari sampel uji agregat yang disiapkan. Agregat yang diwakili oleh titik-titik yang diplot (S_c , R_c), yang terletak di bagian kurva yang merugikan dari kurva padatan dari Gambar X1.1 dari Metode Uji ASTM C289 biasanya dianggap berpotensi reaktif. Tiga daerah digambarkan pada gambar: (1) agregat dianggap tidak berbahaya; (2) agregat dianggap berpotensi merugikan; dan (3) agregat dianggap merugikan. Agregat diwakili oleh titik-titik di daerah berpotensi merugikan di atas garis putus-putus pada Gambar X1.1 dari Metode Uji ASTM C289 dapat memberikan pengembangan yang relatif rendah dalam mortar atau beton meskipun sangat reaktif dengan alkali. Uji dapat dilakukan dengan cepat dan dapat memberikan informasi yang berguna, kecuali untuk batuan lambat bereaksi seperti beberapa *granitic gneiss* dan *quartzite*. Juga, seperti yang ditunjukkan dalam lampiran pada ASTM C289, mungkin hasilnya tidak benar untuk agregat yang mengandung karbonat atau magnesium silikat, seperti *antigorite* (*serpentine*), atau memproduksi unsur reaktif yang lambat dan perlahan. Lihat lampiran pada Metode Uji ASTM C289 untuk penjelasan dari interpretasi hasil dan referensi yang berlaku. Jika hasil uji menunjukkan karakter merugikan atau berpotensi merugikan, untuk memverifikasi potensi pengembangan dalam beton, agregat harus diuji sesuai dengan ASTM C227 atau ASTM C1293.

X1.3.2 ASTM C227 (Metode batang mortar untuk kombinasi semen-agregat) - Hasil metode uji ini, jika digunakan semen dengan kadar alkali tinggi, memberikan informasi mengenai kemungkinan terjadi potensi pengembangan yang merugikan. Kandungan alkali pada semen portland harus sekurang-kurangnya 0,8 %, dinyatakan sebagai persen setara natrium oksida ($\% \text{Na}_2\text{O} + 0.658 \times \% \text{K}_2\text{O}$). Kombinasi agregat dan bahan sementisius yang menghasilkan pengembangan berlebihan dalam metode uji ini harus dianggap sebagai berpotensi reaktif. Sementara garis demarkasi antara kombinasi tidak berbahaya dan berpotensi merugikan tidak didefinisikan secara jelas, pengembangan umumnya dianggap berlebih jika melebihi 0,05 % pada 3 bulan atau 0,10 % pada 6 bulan. Pengembangan yang lebih besar dari 0,05 % pada 3 bulan harus tidak dianggap berlebihan ketika pengembangan pada 6 bulan tetap di bawah 0,10 %. Data untuk 3 bulan uji harus dipertimbangkan hanya ketika hasil 6 bulan tidak tersedia. Batas tersebut mungkin tidak konservatif untuk agregat reaktif lambat. ASTM C227 tidak cocok untuk agregat reaktif lambat, dan tidak disarankan digunakan untuk tujuan ini (3, 4). Agregat yang dianggap reaktif lambat harus dievaluasi menggunakan ASTM C1260 atau ASTM C1293. ASTM C227 juga menggunakan agregat kaca reaktif tertentu untuk memverifikasi efektivitas mitigasi semen campuran sesuai ASTM



C595, dengan pilihan persyaratan pengembangan mortar sesuai Tabel 2 pada ASTM C1157 dengan pilihan R. Prosedur ini sama dengan ketentuan pada ASTM C441 dijelaskan sebagai berikut untuk bahan tambahan mineral dan *slag* tanah.

X1.3.3 ASTM C342 (Batang mortar yang mengalami perubahan kelembapan dan temperatur) - Metode uji ini dimaksudkan untuk penelitian tentang potensi pengembangan kombinasi semen - agregat yang melibatkan agregat terpilih. Akibat dari prosedur pengkondisian spesimen, pengembangan batang mortar di metode uji ini mungkin tidak berhubungan dengan reaksi alkali-silika di bawah pengkondisian temperatur normal. Data pada penggunaan metode uji ini diberikan dalam referensi yang dikutip dalam metode uji ini. Hal tersebut menunjukkan bahwa kombinasi semen-agregat yang diuji dengan prosedur ini dimana pengembangan sama dengan atau melebihi 0,20 % pada usia 1 tahun dapat dianggap tidak memuaskan untuk digunakan dalam beton yang terkena berbagai variasi temperatur dan tingkat kejenuhan dengan air. Metode uji ini tidak direkomendasikan untuk digunakan di daerah lain dari yang dikutip sebelumnya.

X1.3.4 ASTM C1260 (Metode batang mortar untuk potensi reaktifitas alkali dari agregat) - Metode uji ini adalah teknik mempercepat pemisahan yang dikembangkan untuk mendeteksi bahan yang menimbulkan pengembangan yang merugikan secara perlahan-lahan selama jangka waktu yang panjang. Beberapa agregat yang berkinerja baik di lapangan telah terbukti gagal dalam uji ini (6, 7). Hasil metode uji ini harus tidak digunakan untuk penolakan agregat kecuali jika menggunakan sumber informasi tambahan yang dikutip dalam metode uji ini dimana pengembangan yang terdeteksi benar-benar akibat reaksi alkali silika. Ada kesepakatan yang baik dalam literatur yang diterbitkan dikutip dalam metode uji ini untuk batas-batas pengembangan: (1) pengembangan kurang dari 0,10 % pada 16 hari setelah pengecoran mengindikasikan perilaku yang tidak berbahaya dalam kebanyakan kasus; (2) pengembangan lebih dari 0,20 % pada 16 hari mengindikasikan potensi pengembangan yang merugikan; dan (3) pengembangan antara 0,10 % dan 0,20 % pada 16 hari meliputi baik agregat yang dikenal berbahaya dan merugikan dalam bidang kinerja. Jika hasil uji menunjukkan pengembangan yang lebih besar dari 0,10 % pada 16 hari, agregat harus diuji sesuai dengan ASTM C1293 kecuali pengalaman di lapangan yang tepat menunjukkan bahwa hal itu tidak menyebabkan pengembangan yang merusak beton. (Lihat X1.3.6).

X1.3.5 ASTM C1293 (Metode prisma beton untuk reaktifitas alkali-silika) - Metode uji mengevaluasi agregat secara independen, atau kombinasi agregat dengan bahan sementisius dicampur dengan semen hidraulis dan pozolan atau *slag* tanur tinggi untuk potensi pengembangan reaksi alkali-silika menggunakan beton dalam bentuk prisma. Metode uji dipercepat dengan menggunakan kadar alkali yang ditingkatkan dan kondisi paparan sesuai ASTM C227. Lampiran ASTM C1293 memberikan petunjuk pada interpretasi hasil. Ketika agregat dievaluasi secara independen, pengembangan ini sama atau lebih besar dari 0,04 % pada satu tahun dianggap berpotensi reaktif merugikan. Ketika mengevaluasi kombinasi antara semen hidraulis dan pozolan atau *slag* tanur tinggi, uji ini diperpanjang menjadi dua tahun menggunakan batas pengembangan 0,04 %. Metode uji ini dipertimbangkan sebagai prosedur ASTM paling handal untuk mengevaluasi agregat terhadap reaksi alkali-silika.

X1.3.6 Mitigasi reaksi alkali silika - Secara normal jika agregat tidak reaktif atau tidak berbahaya dengan menghasilkan sedikit atau tidak ada pengembangan dalam ASTM C1260 atau ASTM C1293, tidak ada mitigasi yang diperlukan. Secara serupa, jika agregat memiliki rekam layan memuaskan yang panjang dengan bahan sementisius yang sama yang memiliki tingkat alkali yang sama atau lebih tinggi, tidak ada mitigasi yang diperlukan. Di sisi lain, penggunaan agregat dinilai berpotensi reaktif alkali-silika merugikan harus dipertimbangkan dengan menggunakan langkah-langkah yang diketahui untuk mencegah pengembangan berlebih. Langkah-langkah ini termasuk seperti: semen alkali rendah (ASTM C150 dengan pilihan alkali rendah); semen campuran (ASTM C595 dengan pilihan persyaratan



pengembangan mortar sesuai Tabel 2 atau ASTM C1157 dengan pilihan R); bahan *pozzolanic* (memenuhi pilihan persyaratan fisik pada efektivitas dalam mengendalikan reaksi alkali silika pada ASTM C618 atau reaktivitas dengan alkali semen dalam ASTM C1240 untuk *silica fume*); atau *slag* tanah (terbukti efektif dalam mencegah pengembangan berlebih pada beton akibat reaksi alkali-agregat seperti yang dijelaskan dalam Lampiran X3 pada ASTM C989). Efektivitas dari bahan sementisius atau bahan tambahan, atau keduanya, dipilih untuk mengurangi potensi agregat reaktif harus ditunjukkan melalui uji masing-masing bahan, atau uji kombinasi usulan dalam beton.

X1.3.7 ASTM C441 (Metode batang mortar untuk efektivitas bahan tambahan mineral atau *slag* tanur tinggi dalam mencegah pengembangan berlebih pada beton akibat reaksi alkali-silika) - Metode uji ini mengevaluasi bahan sementisius dalam batang mortar seperti dalam ASTM C227 menggunakan kaca borosilikat reaktif tinggi sebagai agregat. ASTM C618 menyediakan kriteria untuk penggunaannya sebagaimana diterapkan pada abu terbang dan pozolan alam mentah atau pozolan alam yang telah dikalsinasi ketika diambil sampel dan diuji sesuai dengan ASTM C311 dengan membandingkannya dengan mortar kontrol yang dibuat dengan semen alkali rendah. ASTM C1240 menyediakan kriteria untuk penggunaan ASTM C441 untuk mengevaluasi *silica fume* untuk mengendalikan pengembangan. Lampiran X3 pada ASTM C989 menggambarkan penggunaannya untuk *slag* tanur tinggi. Bahan khusus untuk pekerjaan dalam proyek dapat dievaluasi dengan memproporsikan mortar menurut Pasal Campuran Pekerjaan. Dalam mengevaluasi hasil uji ini, harus diketahui bahwa kaca borosilikat lebih reaktif dari agregat untuk konstruksi pada umumnya, oleh karena itu, jumlah pozolan atau *slag* tanah yang diberikan perlu untuk mengendalikan pengembangan dengan semen portland dari kadar alkali yang diberikan dapat lebih besar dari yang dibutuhkan untuk menghindari pengembangan yang merugikan dengan agregat khusus untuk konstruksi.

X1.3.8 ASTM C1567 (Metode batang mortar yang dipercepat untuk menentukan potensi reaktivitas alkali-silika dari kombinasi bahan sementisius dan agregat) - Metode uji ini mengevaluasi kombinasi khusus dari agregat dengan bahan sementisius yang dicampur semen hidraulis dengan pozolan atau *slag* tanur tinggi dengan kondisi penyimpanan dijelaskan dalam ASTM C1260. Karena spesimen mortar disimpan dalam larutan NaOH 1N, uji tersebut dapat di bawah perkiraan efektivitas bahan sementisius yang sesuai dengan tingkat signifikan kadar alkali rendah untuk mitigasi. Pada umumnya, pengembangan yang kurang dari 0,10 % pada 16 hari dipertimbangkan untuk menunjukkan efektivitas kontrol dari potensi pengembangan terkait ASR dari agregat dengan kombinasi tertentu dari bahan sementisius.

X1.3.9 Penggunaan Metode Uji ASTM C1293 untuk mengevaluasi mitigasi potensi agregat reaktif dijelaskan pada X1.3.5.

X1.4 Reaksi alkali-batu karbonat

X1.4.1 ASTM C586 (Metode batu silinder untuk reaksi alkali-batu karbonat) - Batu yang berpotensi menimbulkan reaksi batu karbonat yang merugikan relatif jarang dan terkadang merupakan proporsi signifikan dari deposit batu yang harus dipertimbangkan untuk digunakan dalam pembuatan agregat untuk beton. ASTM C586 telah berhasil digunakan dalam penelitian dan dalam pemisahan awal sumber agregat untuk menunjukkan adanya bahan dengan potensi pengembangan yang merugikan bila digunakan dalam beton.

X1.4.2 ASTM C1105 (Metode prisma beton untuk reaksi alkali-batu karbonat) - Metode uji ini dimaksudkan untuk mengevaluasi kombinasi bahan-bahan tertentu dalam beton ketika agregat dianggap rentan terhadap pengembangan yang merugikan dalam masa layan akibat reaksi alkali-batu karbonat. Lampiran pada ASTM C1105 menyediakan informasi umum dan referensi mengenai interpretasi hasil. Kombinasi semen-agregat dapat diklasifikasikan sebagai bahan reaktif yang berpotensi merugikan jika pengembangan rata-rata dari enam



spesimen beton sama atau lebih besar dari: 0,015 % pada umur 3 bulan; 0,025 % pada 6 bulan; atau 0,030 % pada 1 tahun. Data untuk umur selanjutnya lebih dipilih.

X1.4.3 Mitigasi reaksi alkali-batu karbonat - Biasanya, jika batu karbonat tidak memperlihatkan tekstur karakteristik dan komposisi dikaitkan dengan jenis reaksi ini, atau jika tidak menghasilkan pengembangan dalam silinder batu (ASTM C586) atau prisma beton (ASTM C1105), tidak diperlukan mitigasi untuk reaksi alkali-batu karbonat. Dengan cara yang sama, jika agregat memiliki rekam layan memuaskan yang panjang dengan bahan dan kondisi serupa, mitigasi tidak diperlukan. Di sisi lain, penggunaan agregat yang dinilai berpotensi reaktif alkali karbonat yang merugikan dalam beton adalah tidak direkomendasikan kecuali dapat ditunjukkan bahwa metode mitigasi akan efektif. Pozolan umumnya belum diketahui dapat mengontrol reaksi alkali-batu karbonat. Pengukuran yang disarankan untuk mitigasi meliputi: menghindari batu karbonat reaktif; memilih lokasi penggalian; mengurangi batu reaktif sampai kurang dari 20 % dari agregat dalam beton; menggunakan ukuran maksimum yang lebih kecil; dan menggunakan alkali semen sangat rendah.





Lampiran X2
(informatif)
Padanan SNI

| Standar ASTM | SNI |
|--|--|
| C330, <i>Specification for lightweight aggregates for structural concrete</i> | SNI 03-2461-2002, Spesifikasi agregat ringan untuk beton ringan (ASTM C330-87) |
| C331, <i>Specification for lightweight aggregates for concrete masonry units</i> | SNI 03-6820-2002, Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen (ASTM C331-94) |
| C331, <i>Specification for lightweight aggregates for concrete masonry units</i> | SNI 03-6821-2002, Spesifikasi agregat ringan untuk batu cetak beton pasangan dinding (ASTM C331-94 (Jass 5)) |
| C332, <i>Specification for lightweight aggregates for insulating concrete</i> | SNI 3421-2011, Cara uji kuat tekan beton ringan isolasi (ASTM C332-83) |
| C618, <i>Specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete</i> | SNI 03-2460-1991, Spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton (ASTM C618-86) |
| C637, <i>Specification for aggregates for radiation-shielding concrete</i> | SNI 03-2494-2002, Spesifikasi agregat beton penahan radiasi (ASTM C637-84) |
| C637, <i>Specification for aggregates for radiation-shielding concrete</i> | SNI 03-2457-1991, Metode pengujian agregat untuk beton penahan radiasi (ASTM C637-84) |
| D3665, <i>Practice for random sampling of construction materials</i> | SNI 03-6868-2002, Tata cara pengambilan contoh uji secara acak untuk bahan konstruksi (ASTM D3665-93) |



Bibliografi

1. Ahn, N. and Fowler, D.W., 'An Experimental Study on the Guidelines for Using Higher Contents of Aggregate Microfines in Portland Cement Concrete,' ICAR Research Report 102-1F, International Center for Aggregates Research, University of Texas, Austin, TX, 2001, 435 pp. (http://www.icar.utexas.edu/publications/101_2F/101_2Cvr.pdf).
2. Norvell, J.K., Stewart, J.G., Juenger, M.C.G and Fowler, D.W., "Influence of Clay and Clay-Sized Particles on Concrete Performane" *Journal of Materials in Civil Engineering*, ASCE, Vol. 19, No. 12, December 2007, pp. 1053-1059.
3. *Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials*, Klieger, Paul and Lamond, Joseph F., Eds, ASTM STP 169C, 1994, 623 pages. See Chapter 31 on "Petrographic Evaluation of Concrete Aggregates", by Richard C. Mielenz, Chapter 32 on "Alkali-Silica Reactions in Concrete" by David Stark, and Chapter 33 on "Alkali-Carbonate Rock Reaction" by Michael A. Ozol.
4. "State-of-the-Art Report on Alkali-Aggregate Reactivity" by ACI Committee 221 on Aggregates, ACI 221.1R-98, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1998, 31 pages.
5. *Alkali-Aggregate Reaction in Concrete*, Berube, M.A., Fournier, B., and Durand, Eds, *Proceedings of the 11th International Conference*, Quebec City, Canada, June 2000, 1402 pages. (Note – This conference and proceedings includes information on ASR and ACR in concrete by researchers and experts from all over the world. Copies of the volume can be obtained from the International Centre for Sustainable Development of Cement and Concrete, 405 Rochester Street, Ottawa, Ontario, Canada, KIA OG1.).
6. Hooton R.D., and Rogers, C.A., "Evaluation of Rapid Test Methods for Detecting Alkali-Reactive Aggregates", *Proceedings of Eighth International Conference on Alkali-Aggregate Reaction*, Kyoto, 1989, pp. 439 – 444.
7. Fournier, B., and Berube, M.A., "Application of the NBRI Accelerated Mortar Bar Test to Siliceous Carbonate Aggregates Produced in the St. Lawrence Lowlands, Part 2: Proposed Limits, Rates of Expansion, and Microstructure of Reaction Products", *Cement and Concrete Research*, Vol 21, 1991, pp. 1069 – 1082.

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Sub Komite Teknis 91-01-S4, *Subkomite Teknis Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan*

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES
 Sekretaris : Dany Cahyadi, ST, MT
 Anggota :
 1. Ir. Lutfi Faizal
 2. Ir. RG Eko Djuli Sasongko, MM
 3. Prof. Dr. Ir. Suprpto, M.Sc, FPE, IPM
 4. Dr.Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng
 5. Ir. Asriwiyanti Desiani, MT
 6. Ir. Felisia Simarmata
 7. Ir. Suradjin Sutjipto, MS
 8. Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman
 9. Prof. Bambang Suryoatmono

CATATAN:

Susunan keanggotaan Sub Komtek 91-01-S4 diatas adalah pada saat Standar ini ditetapkan. Anggota Komtek yang juga turut menyusun sebelum perubahan keanggotaan pada bulan Oktober 2015, adalah:

1. DR. Ir. Anita Firmanti, MT (Ketua)
2. Cecep Bakheri (Sekretaris)
3. Prof. Ir. Adang Surahman, M.Sc, Ph.D

[3] Konseptor rancangan SNI

| Nama | Lembaga |
|------------------------------------|--|
| Ir. Andriati Amir Husin, M.Si, APU | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |
| Ir. Aventi, M.T. | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |
| Lasino, S.T, APU | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |
| Ir. Bambang Sugiharto, M.T. | Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman |

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.